



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 291 420 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 21 K 1/00
H 01 J 47/02
G 01 N 23/223
G 01 T 1/36

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD G 21 K / 336 866 6	(22)	02.01.90	(44)	27.08.91
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Freiburger Präzisionsmechanik, Hainrichener Straße 2a, O - 9200 Freiberg, DE
(72)	Miersch, Helfried, Dipl.-Phys.; Wehner, Bernd, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Blau, Winfried, Prof. Dr. sc. nat., DE
(73)	VEB Freiburger Präzisionsmechanik, O - 9200 Freiberg; Technische Universität Dresden, O - 8027 Dresden, DE

(54) Anordnung zur Polarisierung von Röntgenstrahlung

(55) Polarisierung; Röntgenstrahlung; Spektralanalyse; Röntgenspektrometer; Signal/Untergrund-Verhältnis; Helligkeit; Reflexionsvermögen; Spektrum; Streuung; Beugung; Mehrschicht-Interferenzstruktur; Kristall
(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Polarisierung von Röntgenstrahlung. Polarisatoren vermindern u. a. in der Röntgenanalytik den Einfluß diffuser Streustrahlung auf das Analysenergebnis. Bei Anwendung von Mehrschicht-Interferenzstrukturen als Polarisator werden hohes Reflexionsvermögen an intensitätsstarken Spektralbereichen des primären Spektrums und exakte Einhaltung des Brewster'schen Winkels miteinander verbunden. Unterstützt durch das geringe spektrale Auflösungsvermögen von Mehrschicht-Interferenzstrukturen wird ein breiterer Spektralbereich zur Fluoreszenzanregung im Vergleich zu Kristallen bereitgestellt. Diese Anordnung eignet sich besonders zur Verbesserung der Analyse leichter Elemente.

Patentansprüche:

1. Anordnung zur Polarisierung von Röntgenstrahlung mit Hilfe eines Polarisators, der zwischen einer Strahlungsquelle und einem Untersuchungsobjekt angeordnet ist und einen Teil des Spektrums unter dem BREWSTERschen Winkel beugt, dadurch gekennzeichnet, daß der als Polarisator fungierende Monochromator eine Einstellung der beugenden Netzebenen auf die zu nutzende Wellenlänge gestattet.
2. Anordnung zur Polarisierung von Röntgenstrahlung, dadurch gekennzeichnet, daß der als Polarisator fungierende Monochromator eine Mehrschicht-Interferenzstruktur ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Netzebenenabstand $2d$ der Interferenzstruktur so eingestellt ist, daß intensitätsstarke Bereiche des primären Spektrums genau unter dem BREWSTERschen Winkel gebeugt werden.
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Röntgenbeugung am Polarisator auch in einer höheren Beugungsordnung mit ausreichender Intensität erfolgt.
5. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund des geringen spektralen Auflösungsvermögens der Interferenzstruktur und der Divergenz des primären Strahlenbündels ein relativ breiter Spektralbereich das Untersuchungsobjekt erreicht und zur Fluoreszenzanregung beiträgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Polarisierung von Röntgenstrahlung, die bei der spektralen Analyse einer Substanz insbesondere auf Komponenten niedriger Ordnungszahl eine große Helligkeit und ein hohes Signal/Untergrund-Verhältnis erzeugt. Sie ist anwendbar bei der Röntgenfluoreszenzanalyse, insbesondere der energiedispersiven Methode, aber auch in entsprechenden Zusatzeinrichtungen zur Elektronenmikroskopie und der Elektronenstrahl-Mikroanalyse.

Charakterisierung des bekannten Standes der Technik

Bekannte primäre Quellen von Röntgenstrahlung (außer Synchrotronstrahlung) wie radioaktive Quellen und Röntgenröhren liefern ein Spektrum unpolarisierter Strahlung. Im Prozeß der Wechselwirkung an der Untersuchungssubstanz findet daher, über die Fluoreszenzanregung hinaus, diffuse Streuung in alle Raumrichtungen statt, die das Meßsignal überlagert. Das führt zu einer Verschlechterung des Signal/Untergrund-Verhältnisses und zu unzureichenden Bestimmungsgrenzen insbesondere bei Elementen niedriger Ordnungszahl ($Z \lesssim 22$), begünstigt durch geringen Wirkungsquerschnitt (μ) und geringe Fluoreszenzausbeute (ω). Zur Unterdrückung der diffusen Streuung wird zwischen Strahlenquelle und Untersuchungssubstanz ein Polarisator eingebracht, der die Aufgabe hat, die primäre Röntgenstrahlung senkrecht zur Einfallsebene (δ -Komponente) linear zu polarisieren. Dadurch breitet sich die an der Untersuchungssubstanz gestreute Strahlung nahezu ausschließlich in der Einfallsebene aus. Durch Herausdrehen des Strahlungsdetektors aus dieser Ebene, vorzugsweise um 90° , wird der Streuuntergrund eliminiert. Auf die Fluoreszenzstrahlung hat das keinen Einfluß, da diese den durch die Oberfläche der Untersuchungssubstanz aufgespannten Halbraum gleichmäßig erfüllt.

Nahezu vollständige Polarisation wird erreicht, wenn einfallender- und reflektierter Strahl am Polarisator der BREWSTERschen Winkel einschließen. Im Falle von Röntgenstrahlung ist das ein Winkel von 90° . Die dazu bereits bekannten technischen Lösungen sind dadurch gekennzeichnet, daß

- a) als Polarisator ein Streupräparat eingesetzt wird, welches die primäre Strahlung infolge diffuser Streuung linear polarisiert (siehe P. Wobrauschek, H. Aiginger, X-Ray-Spektrometry 8 [1979], S. 57 und J. D. Zahrt, Adv. X-Ray Anal. 29 [1986], S. 435). Da die zur Wechselwirkung an der Untersuchungssubstanz zur Verfügung stehende polarisierte Strahlung Ergebnis eines Streuprozesses ist, bleibt die Intensität außerordentlich niedrig. In der Praxis führt das zu einer beträchtlichen Meßzeiterhöhung.
- b) als Polarisator ein Kristall eingesetzt wird, welcher eine intensitätsstarke Linie des primären Spektrums unter $\varphi = 45^\circ$ beugt (BRAGG-Reflexion) (J. D. Zahrt, Adv. X-Ray Anal. 26 [1983], S. 331). Die Grenzen dieser Anordnung sind gegeben durch die Tatsache, daß der erforderliche Netzebenenabstand für den Polarisator durch den Einfallswinkel φ und die Wellenlänge λ der Strahlung bestimmt wird. Diese Forderung läßt sich i. a. nicht erfüllen und führt praktisch dazu, daß entweder der BREWSTERsche Winkel nicht exakt eingehalten, oder die intensivste Linie des primären Spektrums nicht genutzt werden kann. Darüber hinaus ist das spektrale Auflösungsvermögen von Kristallen i. a. so hoch, daß nur ein schmaler Bereich des primären Spektrums reflektiert wird.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen hohen Polarisationsgrad und gleichzeitig maximales Reflexionsvermögen an einer intensitätsstarken Linie oder einem intensitätsstarken Spektralbereich des primären Spektrums zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung einer Polarisatoranordnung, die bei der Analyse leichter Elemente durch hohen Polarisationsgrad der primären Strahlung ein günstiges Signal/Untergrund-Verhältnis erzeugt und durch ein hohes Reflexionsvermögen an Intensitätsstarken Bereichen des primären Spektrums ausreichende Strahlungsintensitäten zur Verfügung stellt.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß als Polarisator eine Mehrschicht-Interferenzstruktur als BRAGG-Reflektor eingesetzt wird. Derartige Interferenzstrukturen sind hinsichtlich des Beugungsvorganges von Röntgenstrahlung wie Kristalle zu behandeln und zeichnen sich durch außerordentlich hohes Reflexionsvermögen aus. Da es sich um künstlich hergestellte Strukturen handelt, kann der für die Beugung wesentliche Netzebenenabstand $2d$ durch die Einstellung der Einzelschichtdicken so gewählt werden, daß eine intensive Linie oder ein intensiver Spektralbereich genau unter $\varphi = 45^\circ$ gebeugt wird. Daß derartige Strukturen im Vergleich zu Kristallen i. a. ein ungünstigeres spektrales Auflösungsvermögen besitzen, führt zur vorteilhaften Reflexion eines breiteren Spektralbereiches. Bezogen auf drei typische charakteristische Spektrallinien von Röntgenröhren ergeben sich für den Polarisator die in Tabelle 1 angegebenen Verhältnisse.

Tabelle 1:

Linie	λ/nm	Beug.-ordng.	$\varphi/1^\circ$	$2d/\text{nm}$
MoLa	0,541	5	45	3,8
RhLa	0,460	5	45	3,2
CrKa	0,229	5	45	1,6

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand einer Skizze näher erläutert. Die von einer Strahlenquelle (1) ausgehende unpolarisierte Primärstrahlung trifft unter einem mittleren Einfallswinkel $\varphi = 45^\circ$ auf den Polarisator (2). Ein Teil dieser Strahlung, nunmehr linear polarisiert (siehe Pfeilrichtung), wird am Polarisator gebeugt, unter dem Winkel $\psi = 45^\circ$ abgestrahlt und trifft auf die Untersuchungssubstanz (3). Hier findet die eigentliche Fluoreszenzanregung statt. Im Ergebnis der Wechselwirkung breitet sich die Streustrahlung nur noch in der Einfallsebene (4) aus (gestrichelte Pfeile). Der Strahlungsdetektor (5) wird in einer Ebene (6) senkrecht zur Einfallsebene angeordnet und registriert nunmehr nur noch Fluoreszenzstrahlung der Untersuchungssubstanz. Divergenzen und spektrale Verteilungen wurden in der Skizze aus Gründen der Übersichtlichkeit fortgelassen.

DERWENT-ACC- 1991-340836

NO:

DERWENT-WEEK: 199147

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: X=ray polarisation system - with monochromator in form of multilayer interference structure

INVENTOR: BALU, W; MIERSCH, H ; WEHNER, B

PATENT-ASSIGNEE: UNIV DRESDEN TECH[UYDR] , VEB FREIBERGER PRAZ[FREIN]

PRIORITY-DATA: 1990DD-0336866 (January 2, 1990)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
--------	----------	----------	-------	----------

DD <u>291420</u>	A June 27, 1991	N/A	000	N/A
------------------	-----------------	-----	-----	-----

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
--------	-----------------	---------	-----------

DD 291420A	N/A	1990DD-0336866	January 2, 1990
------------	-----	----------------	-----------------

INT-CL (IPC): G01N023/22, G01T001/36 , G21K001/00 , H01J047/02

ABSTRACTED-PUB-NO: DD 291420A

BASIC-ABSTRACT:

An X-ray polarisation system includes a polariser which is positioned between a radiation source and a specimen and which deflects part of the spectrum through the Brewster angle, the novelty being that the polariser is a monochromator (esp. a multilayer interference structure), the diffracting lattice planes of which are adjusted to the wavelength to be used.

USE/ADVANTAGE - The system is used esp. for X-ray fluorescence analysis of low atomic number components, but can also be used in electron microscopy and electron beam microanalysis. It produces a high degree of polarisation to obtain a favourable signal/background ratio and produces high reflection at high intensity regions of the primary spectrum.

CHOSEN- Dwg.1/1
DRAWING:

TITLE-TERMS: X=RAY POLARISE SYSTEM MONOCHROMATOR FORM MULTILAYER
INTERFERENCE STRUCTURE

DERWENT-CLASS: K08 S03 V05

CPI-CODES: K08-E;

EPI-CODES: S03-E06D; S03-G02C; V05-E09; V05-F09;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1991-147120

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1991-260939